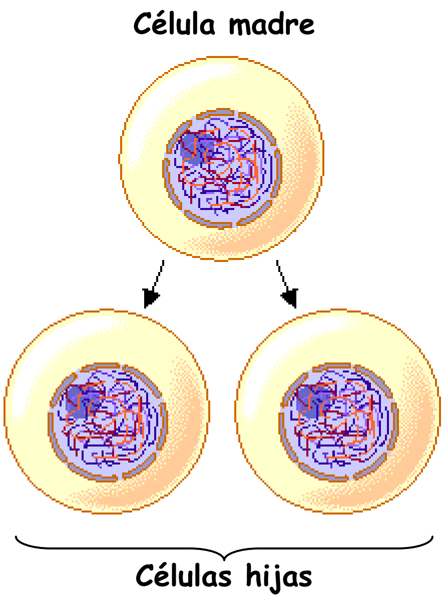
El ciclo celular

Las células eucariotas, desde el momento en que se originan, pasan por una serie de etapas y sucesos que permiten su crecimiento y, eventualmente, su reproducción o división celular. Esta serie de fases sucesivas de crecimiento y división en la vida de la célula se denomina **ciclo celular**. Es un ciclo porque, a partir de una célula, que denominaremos "*madre*", se forman dos nuevas células "*hijas*" y, cada una de las flamantes células hijas iniciará, a su vez, su propia serie de fases de crecimiento y de división.



En los organismos unicelulares, la división celular produce dos nuevos organismos. En especies multicelulares se requieren muchas divisiones para formar un nuevo individuo y luego, se requerirán muchas divisiones más para crecer y reponer las células que se van perdiendo por desgaste, mal funcionamiento o muerte celular.

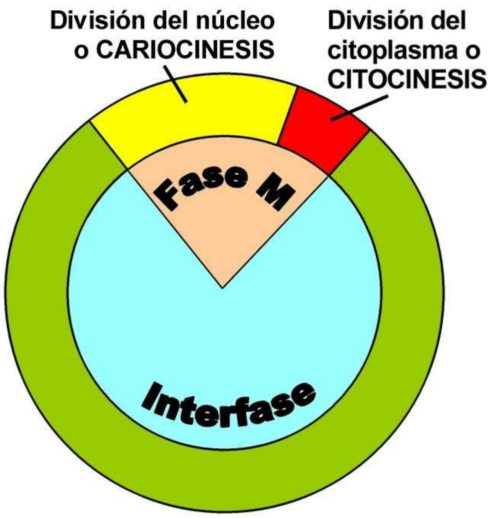
Las células hijas son exactamente iguales a la célula madre

Las células hijas que se forman durante la división celular son genéticamente iguales entre sí y a la célula madre que las originó. Para ello, la célula madre crece, aumentando la superficie de membrana plasmática, duplica sus organelas citoplasmáticas y el material genético. Luego, los mismos se reparten en forma equitativa entre las células hijas.
Ciertas organelas como las mitocondrias y cloroplastos no pueden ser fabricados por la célula y exclusivamente son heredados de la célula madre.

El material genético o información hereditaria, se encuentra almacenado en la molécula de ADN. Es el "manual de instrucciones" que toda célula necesita para dirigir las actividades y funciones celulares. Cada célula hija debe recibir un juego completo de instrucciones. De la misma manera que un ingeniero sería incapaz de construir una máquina si le faltaran parte de los planos, de nada le serviría a las células un manual incompleto. Por lo tanto es imprescindible la duplicación y posterior división exacta del ADN.

Sin embargo, estas instrucciones requieren de los materiales (ej. enzimas, nutrientes, etc.) y organelas citoplasmáticas para trabajar.
De tal manera, durante el ciclo celular un conjunto de procesos citoplasmáticos y nucleares deben coordinarse entre sí de manera muy precisa para que cada célula hija reciba los elementos necesarios para iniciar su propio ciclo celular.

El ciclo celular comprende dos grandes etapas: interfase y fase M



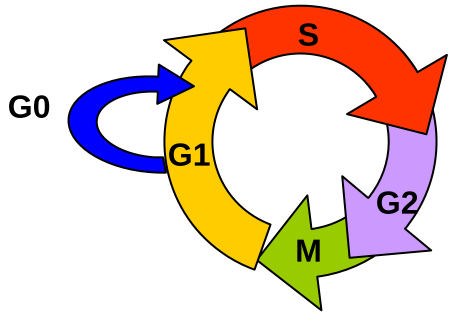
Para comprender los acontecimientos que ocurren durante el ciclo celular y que permiten la división celular, tradicionalmente se lo divide en etapas o fases.
La primera etapa del ciclo celular se inicia inmediatamente después del origen de la célula y se denomina **interfase**. A continuación, sucede la división celular, conocida también como **fase M**.

Se dice que la interfase es el período entre dos fases M. Sin embargo, esto podría sugerir una etapa de “calma celular” que dista mucho de la realidad. Aunque los acontecimientos que allí se producen no tienen la espectacularidad de los que ocurren en la fase M, son de vital importancia para la continuidad del ciclo. Durante la interfase, la célula crece, aumenta su tamaño y prepara todo lo necesario para que se produzca la fase M.

La interfase se divide en tres períodos

Para estudiarla, se ha dividido a la interfase en tres subfases, que en orden sucesivo son **G1**, **S** y **G2**.

Fase G1: (*G* de “*gap*”, en inglés *intervalo* o *lapso*) sigue a la citocinesis y precede a la fase S. Es un período de intensa actividad bioquímica donde la célula lleva a cabo sus funciones especializadas. La célula adquiere nutrientes del medio y sintetiza enzimas y otras proteínas, sus organelas se replican, así como otras moléculas y estructuras citoplasmáticas también aumentan en número; en consecuencia, la célula crece en tamaño. Algunas estructuras son sintetizadas por la célula; entre estas se encuentran microtúbulos, microfilamentos de actina y los ribosomas. Las estructuras membranosas como el aparato de Golgi, los lisosomas, las vacuolas y las vesículas se derivan del retículo endoplasmático, el cual se renueva y aumenta en tamaño por la síntesis de proteínas y lípidos. También hay replicación de mitocondrias y cloroplastos previamente existentes.



Las células en G1 pueden detener su progresión en el ciclo y entrar en un estado de reposo especial, llamado G0 (G cero), donde pueden permanecer durante días, semanas o años antes de volver a proliferar y en ocasiones nunca más dividirse, como por ejemplo las fibras musculares

esqueléticas que no se dividen, pero sí renuevan sus organelas citoplasmáticas.

Fase S: cuando la célula adquiere el tamaño suficiente, las proteínas imprescindibles se han sintetizado y se tiene el ATP (nucleótido energético) necesario, comienza la duplicación o *replicación* del ADN. Dado que el ADN lleva la información genética de la célula, antes de la división celular deben generarse dos juegos o complementos de ADN idénticos para ser repartidos entre las dos células hijas. Durante la interfase el ADN, asociado a las proteínas llamadas *histonas,* constituye la cromatina y debe encontrarse en forma desenrollada en largas y delicadas hebras para que la replicación se lleve a cabo.

Fase G2: también es un momento de actividad metabólica, en especial se sintetizan algunas proteínas esenciales para la división celular y durante esta etapa se ensamblan todas las estructuras del citoesqueleto que participarán en la división celular. La etapa G2 proporciona un tiempo extra para el crecimiento celular.

En la fase M se realizan dos divisiones: cariocinesis y citocinesis

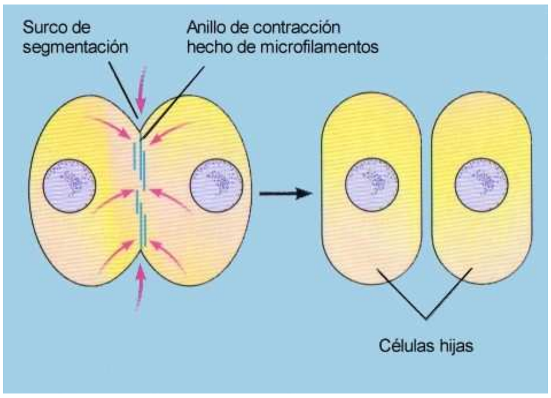
La fase M representa el momento donde a partir de una sola célula se originarán dos células hijas. La división celular se lleva a cabo en dos etapas:

1) Cariocinesis: es la división del núcleo celular, en el que se reparten de manera exacta y precisa los dos juegos de información genética entre los dos nuevos núcleos. Para ello, la cromatina se condensa formando cuerpos densos, visibles al microscopio, denominados ***cromosomas*.**

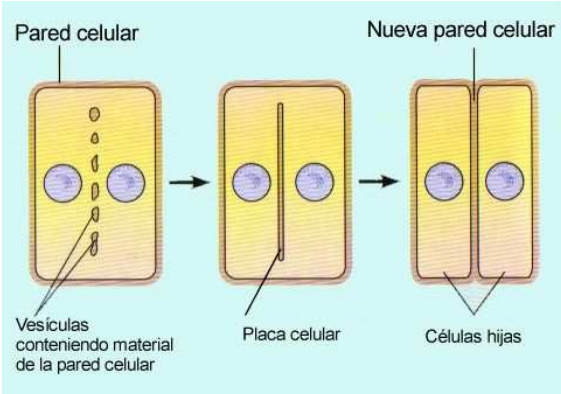
En las células eucariotas hay dos formas posibles de división del núcleo: la **mitosis** que origina células hijas con igual cantidad de ADN y exacta información genética y la **meiosis** origina cuatro células hijas con diferente cantidad de ADN e información genética. Estos dos procesos de división nuclear los desarrollaremos en próximos encuentros.

2) Citocinesis: es la división del citoplasma y ocurre luego de la citocinesis. Se distribuyen los componentes celulares: organelas del sistema endomembranoso, ribosomas, mitocondrias, cloroplastos, etc.
En las células animales se forman dos células hijas por estrangulamiento del citoplasma de la célula madre producto de la contracción de microfilamentos ubicados en la región ecuatorial de la célula.

En el caso de las células vegetales la estrangulación no es posible por la presencia de la rígida pared celular. En su lugar, vesículas llenas de carbohidratos se alinean en la región media de la célula y se fusionan unas a otras, formando una estructura llamada *placa celular* que posteriormente creará el tabique divisor entre las dos células hijas. Las membranas de las vesículas formarán parte de las nuevas membranas plasmáticas y los carbohidratos generarán las nuevas paredes celulares.



a) Citocinesis en una célula animal.



b) Citocinesis en una célula vegetal

La duración del ciclo celular varía de célula en célula

La duración del ciclo celular presenta variaciones de un tipo de célula a otra y entre las especies. En la mayoría de células de los mamíferos, dura entre 10 y 30 horas. Y se estima que las células transcurren en interfase el 90% del tiempo.

Existen, básicamente, tres tipos o clases de células en el organismo: la primera clase con alta especialización estructural como las células nerviosas, las células musculares y los eritrocitos (glóbulos rojos) que maduran y pierden su capacidad de división (se encuentran en G0).

La segunda clase, que normalmente no se divide, pero que puede iniciar un ciclo de división celular como respuesta a un estímulo apropiado; ejemplo de ellas, los hepatocitos (células del hígado) y linfocitos (glóbulos blancos).

La tercera clase de células, con un alto nivel de división celular, tales como las células epiteliales, entre otras.

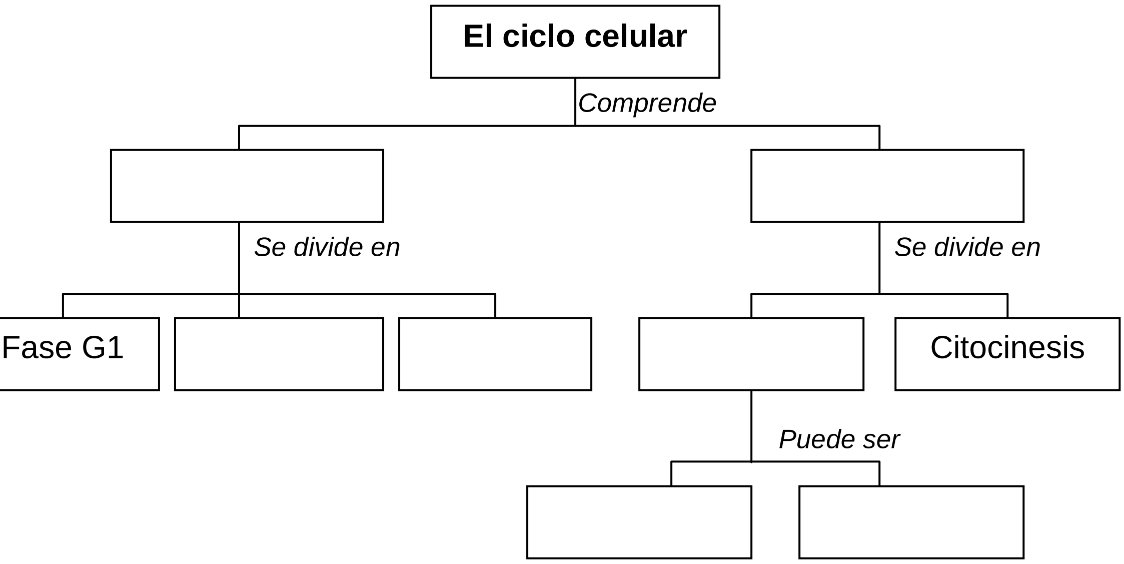
En el año 2001, el ***Premio Nobel de Medicina*** fue otorgado a Leland H. Hartwell, R. Timothy Hunt y Paul M. Nurse, el primero estadounidense y los segundos ingleses, por sus descubrimientos acerca del *control del ciclo celular*.
Los investigadores han identificado moléculas clave que regulan el ciclo celular en los organismos eucariotas, incluidas levaduras, plantas, animales y seres humanos. Estos descubrimientos tienen un gran impacto en todos los aspectos del crecimiento celular. Defectos en el control del ciclo celular pueden producir el tipo de alteraciones cromosómicas que se encuentran en el cáncer. A largo plazo, estos descubrimientos pueden abrir nuevas posibilidades para el tratamiento de esta enfermedad.

En la siguiente página, una actividad sobre lo aprendido, y una página más adelante, la solución a esa actividad.

Actividad

Completá el siguiente cuadro:

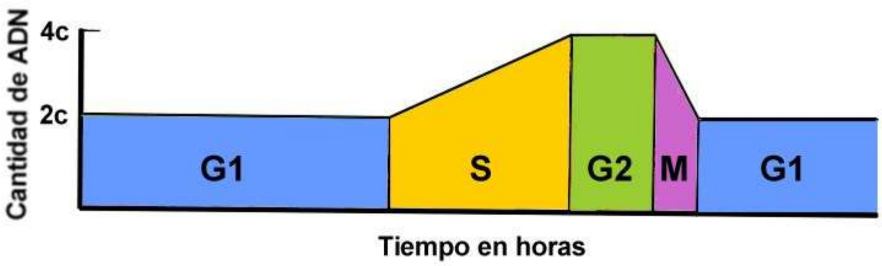
1)



2) Durante la fecundación se produce la unión de la gameta masculina (espermatozoide) con una gameta femenina (óvulo). Cada una de estas células trae su propio material genético, una cantidad de ADN que denominaremos **c**. De tal manera que se forma una nueva célula o cigota, con una cantidad **2c** de ADN a partir de la cual, luego de millones de divisiones celulares, se irá gestando un nuevo individuo.

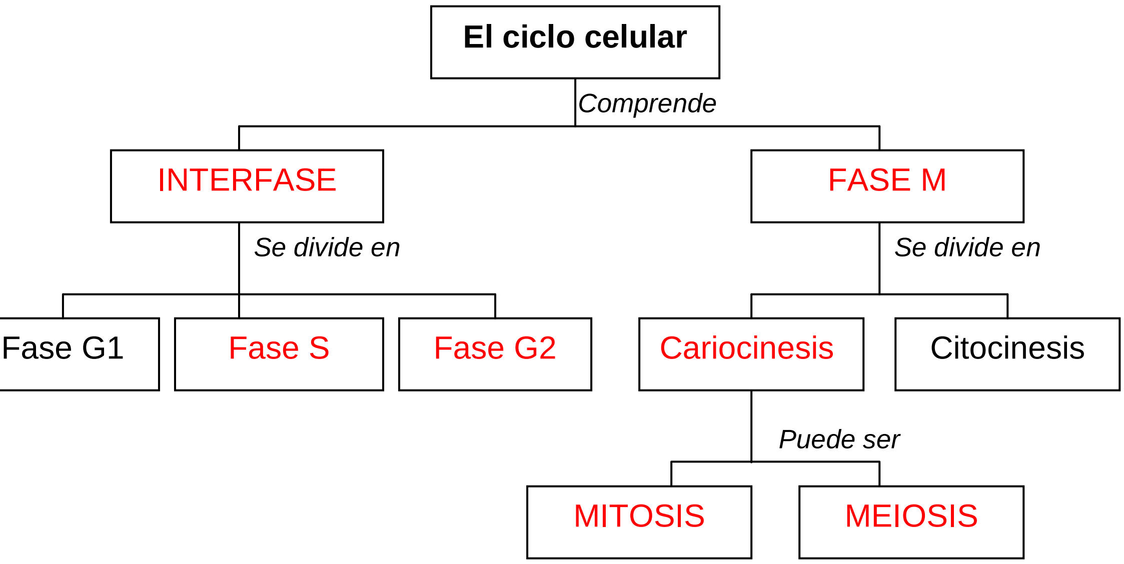
a) Observá el siguiente gráfico y describí qué sucede con la variación de la cantidad de ADN en función del tiempo. Relacionalo con los eventos que tienen lugar durante el ciclo celular.

b) Indicá en el gráfico cuál es el tiempo correspondiente a la interfase y fase M. Compará el tiempo relativo que abarcan ambos períodos.



Clave de respuestas de las actividades

1)



2)

a) Se observa que durante la fase S del ciclo celular la cantidad de ADN se incrementa al doble. Esto es consistente con el hecho de que durante esta fase se produce la replicación del ADN en la célula madre. Luego durante la división celular, el ADN se reparte entre cada una de las células hijas en forma equitativa, por lo cual cada célula vuelve a tener una cantidad 2c de ADN.

b) Generalmente la interfase es el período más largo del ciclo celular. Representa casi el 90% del mismo. En cambio, la Fase M es una etapa donde los acontecimientos de división celular se realizan rápidamente.

